

**PRARENCANA PABRIK**  
**PRARENCANA PABRIK KARBON DISULFIDA**  
**DARI BELERANG DAN GAS ALAM**  
**KAPASITAS : 13.000 TON/TAHUN**



**Diajukan oleh :**

**N. Nathanael Aditya C.                      5203015032**

**Vincent Prayogi                                      5203017049**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA**  
**SURABAYA**  
**2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut dibawah ini:

Nama mahasiswa : N. Nathanael Aditya Chandra

NRP : 5203015032

telah diselenggarakan pada tanggal 7 Januari 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 15 Januari 2019

Pembimbing I,

Ir. Setiyadi, MT.  
NIK. 521.88.0137

Pembimbing II,

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS., IPM  
NIK. 521.87.0127

**Dewan Penguji**

Ketua

Wenny Irawaty, ST., MT., Ph.D.  
NIK. 521.97.0284

Sekretaris

Ir. Setiyadi, MT  
NIK. 521.88.0137

Anggota

Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.  
NIK. 521.89.0151

Anggota

Maria Y., ST., Ph.D.  
NIK. 521.18.1010

Anggota

Dr. Ir. Suratno L., MS., IPM  
NIK. 521.87.0127

**Mengetahui**



Felycia Edli S., ST., Mphil., Ph.D., IPM.  
NIK. 521.99.0391



Sandy Budi H., ST., M.Phil., Ph.D  
NIK. 521.99.0401

## LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut dibawah ini:

Nama mahasiswa : Vincent Prayogi

NRP : 5203017049

telah diselenggarakan pada tanggal 7 Januari 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 15 Januari 2019

Pembimbing I,

Ir. Setiyadi, MT.  
NIK. 521.88.0137

Pembimbing II,

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS., IPM  
NIK. 521.87.0127

**Dewan Penguji**

Ketua

Wenny Irawaty, ST., MT., Ph.D.  
NIK. 521.97.0284

Sekretaris

Ir. Setiyadi, MT  
NIK. 521.88.0137

Anggota

Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.  
NIK. 521.89.0151

Anggota

Maria Y., ST., Ph.D.  
NIK. 521.18.1010

Anggota

Dr. Ir. Suratno L., MS., IPM  
NIK. 521.87.0127

**Mengetahui**



Felycia Edi S., ST., Mphil., Ph.D., IPM.  
NIK. 521.99.0391



Sandy Budi H., ST., M.Phil., Ph.D  
NIK. 521.99.0401

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 15 Januari 2019

Mahasiswa yang bersangkutan,



N. Nathanael Aditya Chandra

5203015032



## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 15 Januari

Mahasiswa yang bersangkutan,



Vincent Prayogi

5203017049

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH dan PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nathanael Aditya C.

NRP : 5203015032

Nama : Vincent Prayogi S.

NRP : 5203017049

Judul Tugas Akhir : Prarencana Pabrik Karbon Disulfida dari Belerang dan Gas Alam  
Kapasitas 13.000 ton/tahun

Menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah ASLI karya tulis saya. Apabila terbukti karya ini merupakan *plagiarism*, kami bersedia menerima sanksi yang diberikan oleh Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Kami menyetujui pula bahwa karya tulis ini dipublikasikan /ditampilkan di internet atau media lain (*digital library* Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang – Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan keaslian dan persetujuan publikasi karya ilmiah ini kami buat dengan sebenarnya,

Surabaya, 18 Januari 2019

Mahasiswa yang bersangkutan,



Nathanael A. C.  
NRP. 5203015032



Vincent Prayogi S.  
NRP. 5203017049

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Prarencana Pabrik Karbon Disulfida dari Belerang dan Gas Alam berkapasitas 13.000 ton/tahun”. Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Dalam proses penyelesaian tugas akhir ini banyak pihak yang membantu sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik, oleh karena itu kami sebagai calon sarjana yang menulis tugas akhir ini mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan kuasa-Nya, kami dapat menyelesaikan tugas akhir yang tidak sempurna ini;
2. Ir. Setiyadi, M.T dan Dr. Ir. Suratno L., M.S. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, bimbingan, dan pengarahan yang jelas dalam pembuatan tugas akhir ini;
3. Wenny Irawaty, S.T., M.T., Ph.D. ; Ir.Yohanes Sudaryanto, M.T. dan Maria Yuliana,S.T., Ph.D., selaku Dewan Penguji yang telah memberikan banyak masukan, kritikan dan saran dalam pembuatan tugas akhir ini;
4. Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Widya Mandala;
5. Sandy Budi Hartono, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Widya Mandala;
6. Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D. dan Felycia Edi Soetaredjo, S.T., M.Phil., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik kami;
7. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Widya Mandala, yang secara tidak langsung telah membantu kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
8. Seluruh guru dari SD hingga SMA, dosen dan staf lainnya yang telah memberikan kami ilmu hingga sampai sejauh ini. Tanpa kehadiran mereka, kami tidak dapat membayangkan sejauh apa kami akan melangkah;
9. Orang tua, adik atau kakak kami yang telah memberikan dukungan baik secara materi maupun non-materi sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan;
10. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2015 Jurusan Teknik Kimia, Universitas Widya Mandala Surabaya yang telah memberikan dukungan berupa canda tawa, hinaan, keluhan dan tangisan selama proses penyelesaian tugas akhir ini;
12. Kucing kami yang berada di kos yang bernama Vivi yang telah membantu mengusir kepenatan kami selama proses penyelesaian tugas akhir ini;
13. Seluruh penjual makanan di kantin yang telah memberikan kami tenaga dan energi untuk berpikir dan menyelesaikan tugas akhir ini.

Surabaya, 15 Januari 2019

Penulis

# DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
INTISARI .....	xi
BAB I. PENDAHULUAN .....	I-1
I.1. Latar Belakang.....	I-1
I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk.....	I-1
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk .....	I-4
I.4. Ketersediaan Bahan Baku.....	I-5
I.5. Kapasitas Produksi.....	I-6
BAB II. PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES .....	II-1
II.1. Proses Pembuatan Produk.....	II-1
II.2. Pemilihan Proses.....	II-2
II.3. Uraian Proses .....	II-3
BAB III. NERACA MASSA .....	III-1
BAB IV. NERACA PANAS.....	IV-1
BAB V. SPESIFIKASI ALAT .....	V-1
BAB VI. LOKASI, TATA LETAK, INSTRUMEN, DAN SAFETY .....	VI-1
VI.1. Lokasi Pabrik.....	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik.....	VI-3
VI.3. Tata Letak Alat Proses.....	VI-5
VI.4. Instrumentasi.....	VI-7
VI.5. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan .....	VI-8
BAB VII. UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH.....	VII-1
VII.1. Utilitas.....	VII-1
VII.2. Pengolahan Limbah .....	VII-64
BAB VIII. DESAIN PRODUK DAN KEMASAN.....	VIII-1
VIII.1. Desain Logo.....	VIII-1
VIII.2. Desain Kemasan .....	VIII-2
BAB IX. STRATEGI PEMASARAN .....	IX-1
BAB X. STRUKTUR ORGANISASI .....	X-1
X.1. Struktur Umum .....	X-1
X.2. Bentuk Perusahaan.....	X-1
X.3. Struktur Organisasi .....	X-2
X.4. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab.....	X-4
X.5. Jadwal Kerja .....	X-10
X.6. Kesejahteraan Karyawan .....	X-10
BAB XI. ANALISA EKONOMI.....	XI-1
XI.1. Penentuan Modal Total / <i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	XI-1
XI.2. Penentuan Biaya Produksi / <i>Total Production Cost</i> (TPC) .....	XI-3
XI.3. Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i> .....	XI-4
XI.4. Perhitungan <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) .....	XI-8



XI.5.	Perhitungan <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) .....	XI-9
XI.6.	Waktu Pengembalian Modal (POT) .....	XI-10
XI.7.	Penentuan Titik Impas / <i>Break Even Point</i> (BEP).....	XI-12
XI.8.	Minimum Acceptable Rate of Return.....	XI-12
XI.8.	Analisa Sensitivitas.....	XI-13
BAB XII.	DISKUSI DAN KESIMPULAN .....	XII-1
XII.1.	Diskusi .....	XII-1
XII.2.	Kesimpulan .....	XII-2
DAFTAR PUSTAKA	.....	DP-1
APPENDIX A	PERHITUNGAN NERACA MASSA .....	A-1
APPENDIX B	PERHITUNGAN NERACA PANAS .....	B-1
APPENDIX C	PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT.....	C-1
APPENDIX D	PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI .....	D-1

## DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Karakteristik dari Gas Alam Indonesia .....	I-2
Tabel I.2. Karakteristik dari Belerang.....	I-3
Tabel I.3. Karakteristik dari Karbon Disulfida .....	I-4
Tabel I.4. Sifat dan Karakteristik Hidrogen Sulfida .....	I-5
Tabel I.5. Data Kebutuhan Karbon Disulfida di Indonesia.....	I-6
Tabel VI.1. Dimensi dan Luasan Area Pabrik .....	VI-4
Tabel VI.2. Keterangan Alat di Area Proses.....	VI-6
Tabel VI.3. Jenis Instrument yang Digunakan.....	VI-8
Tabel VI.4. Tabel Analisa HAZOP.....	VI-13
Tabel VII.1. Kebutuhan Air Pendingin .....	VII-2
Tabel VII.2. Kebutuhan Air Sanitasi .....	VII-56
Tabel VII.3. Kebutuhan Listrik pada Unit Produksi .....	VII-61
Tabel VII.4. Kebutuhan Listrik pada Unit Utilitas .....	VII-62
Tabel VII.5. Kebutuhan Listrik pada Penerangan Pabrik .....	VII-62
Tabel VII.6. Kebutuhan Lampu pada Area Pabrik .....	VII-63
Tabel X.1. Perincian Jumlah Karyawan.....	X-1
Tabel XI.1. Penentuan Total Capital Investment (TCI).....	XI-2
Tabel XI.2. Depresiasi Alat dan Bangunan .....	XI-3
Tabel XI.3. Biaya Produksi Total .....	XI-4
Tabel XI.4. Cash Flow .....	XI-7
Tabel XI.5. Rate of Return Investment (ROR) Sebelum Pajak .....	XI-8
Tabel XI.6. Rate of Return Investment (ROR) Setelah Pajak .....	XI-9
Tabel XI.7. Rate of Equity Investment (ROE) Sebelum Pajak.....	XI-10
Tabel XI.8. Rate of Equity Investment (ROE) Setelah Pajak.....	XI-10
Tabel XI.9. POT Sebelum Pajak.....	XI-11
Tabel XI.10. POT Setelah Pajak .....	XI-11
Tabel XI.11. Perhitungan MARR .....	XI-13
Tabel XI.12. Kenaikan Harga Bahan Baku terhadap BEP,ROR,ROE .....	XI-14

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Batu Belerang .....	I-2
Gambar I.2. Struktur Molekul Karbon Disulfida .....	I-3
Gambar I.3. Contoh Reaksi Pembentukan Karbon Disulfida .....	I-3
Gambar I.4. Reaksi Selulosa dengan Pelarut Alkali dan Karbon Disulfida .....	I-4
Gambar I.5. Rayon atau <i>Cellulose Xanthate</i> .....	I-5
Gambar I.6. Grafik Kebutuhan Karbon Disulfida di Indonesia .....	I-6
Gambar II.1. Diagram Alir Proses Pabrik Karbon Disulfida .....	II-3
Gambar VI.1. Peta Lokasi Pabrik Karbon Disulfida .....	VI-1
Gambar VI.2. Tata Letak Pabrik .....	VI-5
Gambar VI.3. Tata Letak Alat di Area Proses .....	VI-6
Gambar VII.1. Aliran Pendingin pada Utilitas .....	VII-2
Gambar X.1. Struktur Organisasi PT Sultan Indonesia .....	X-4
Gambar XI.1. Hubungan Kapasitas Produksi dan Laba Sesudah Pajak .....	XI-12

## INTISARI

Karbon disulfida merupakan salah satu bahan baku yang sangat diperlukan di sektor industri kimia. Senyawa ini merupakan bahan baku dalam pembuatan rayon, insektisida, karbon tetraklorida, serta senyawa-senyawa lainnya. Menurut data yang diperoleh, penggunaan karbon disulfida di Indonesia masih bergantung pada impor dari negara lain (United Nations Statistics, 2018), hal ini tidak diimbangi dengan pertumbuhan industri karbon disulfida di Indonesia. Oleh sebab itu, Indonesia masih membutuhkan industri karbon disulfida untuk mengimbangi kebutuhan dalam negeri.

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi karbon disulfida adalah gas alam (*natural gas*) dan belerang. Penggunaan kedua bahan baku ini merujuk pada proses *hydrocarbon-sulphur* yang mampu mencapai konversi reaksi sebesar 90% dengan menggunakan katalis dan proses *hydrocarbon-sulphur*. Proses ini memiliki suhu operasi yang lebih rendah dibandingkan proses *charcoal-sulphur*, namun menghasilkan limbah gas berupa hidrogen sulfida. Limbah gas yang dihasilkan akan dimanfaatkan kembali untuk memproduksi karbon disulfida pada suhu 1250°C dan tekanan 4 atm. Sisa reaksi pada proses ini adalah gas hidrogen beserta gas alam dengan jumlah yang rendah

Proses produksi karbon disulfida diawali dengan proses persiapan bahan baku sebelum masuk ke reaktor berkatalis silika gel, belerang yang diperoleh dari PT Indosulfur serta gas alam dari PT Badak dipanaskan hingga mencapai suhu 600°C. Setelah dipanaskan, bahan baku tersebut direaksikan pada *fixed bed reactor* pada tekanan 4 atm, reaksi ini merupakan reaksi eksotermis dimana sistem menghasilkan panas, oleh sebab itu memerlukan pendingin untuk menjaga kondisi reaktor sebesar 600°C. Pendingin yang digunakan pada proses ini adalah Dowtherm Q. Setelah terjadi reaksi, karbon disulfida diperoleh dengan cara mendinginkan campuran secara bertahap untuk memisahkan sisa bahan baku sulfur dan produk karbon disulfida. Kemudian, produk samping berupa gas hidrogen sulfida akan direaksikan kembali dengan gas alam. Hidrogen sulfida dan gas alam dipanaskan hingga mencapai suhu 1250°C, kemudian direaksikan pada reaktor kedua dengan tekanan 4 atm. Pada reaktor ini, digunakan panas hasil pembakaran pada *furnace* untuk menjaga kondisi operasi suhu 1250°C. Selanjutnya, limbah gas berupa hidrogen sulfida, hidrogen dan sisa gas alam dialirkan pada unit absorber berisi *diethanolamine* (DEA) 30% (v/v) untuk menyerap gas hidrogen sulfida. Sisa gas yang tidak terserap akan dibuang ke udara bebas melalui cerobong asap (*chimney*).

Karbon disulfida akan dijual ke beberapa industri tekstil atau rayon yang berada di pulau Jawa atau diekspor ke kawasan Asia Tenggara. Pra-rencana pabrik karbon disulfida dari gas alam dan belerang ini memiliki profil perusahaan dengan rincian sebagai berikut:

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: Karbon disulfida
Kapasitas produksi	: 13.000 ton per tahun
Hari kerja efektif	: 330 hari/tahun
Masa konstruksi	: 4 tahun
Waktu mulai beroperasi	: Tahun 2023
Bahan baku	: Gas alam dan belerang

Kapasitas bahan baku	: 15.274,75 ton/tahun
Utilitas	: Air sungai = 6.993,23 ton/hari Air PDAM = 2,773 m <sup>3</sup> /hari Listrik = 1048,58 kW
Jumlah tenaga kerja	: 84 orang
Lokasi pabrik	: Kelurahan Satimpo, Kecamatan Bontang Selatan, Kota Bontang, Kalimantan Timur
Luas Pabrik	: 20.925 m <sup>2</sup>

#### Analisa Ekonomi

Modal Tetap (FCI)	= Rp 124.860.318.151
Modal Kerja (WCI)	= Rp 5.917.835.637
Biaya Produksi Total (TPC)	= Rp 103.540.559.350
<i>Rate of Return Investment</i> sebelum pajak	= 18,151 %
<i>Rate of Return Investment</i> sesudah pajak	= 12,764 %
<i>Pay Out Time</i> sebelum pajak	= 5 tahun 3 bulan
<i>Pay Out Time</i> sesudah pajak	= 7 tahun 3 bulan
Titik impas (BEP)	= 35,48 %

Kelayakan pabrik ini dapat ditinjau dari berbagai segi, yaitu segi proses, peralatan, lokasi, dan yang paling penting adalah segi ekonomi. Dari segi ekonomi didapat *Rate of Return Investment* sesudah pajak yang nilainya lebih besar dari bunga pinjaman yang harus dibayarkan kepada bank yaitu 10,5%, *Pay Out Time* lebih rendah dari estimasi umur pabrik yaitu 10 tahun, serta titik impas yaitu 35,48% dari kapasitas pabrik.